第十三章　茶 樹

茶園土壤品質及施肥推薦

茶業改良場　蘇彥碩　曹碧貴　蕭建興

茶樹 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) 在植物學上的分類，屬顯花植物門，雙子葉植物綱、離瓣花目、山茶科 (*Theaceae*) 山茶屬 (*Camellia*)，多年生常綠喬木或灌木型的植物，茶葉在中國有數千年的歷史，目前為世界上最受歡迎的飲料之一，經過自然變異或人工育種培育出不同特性的茶樹品種，廣泛的栽種在熱帶與亞熱帶各地，為全世界普遍的嗜好性飲料作物 (吳，1985)。茶樹品種依親緣、適製性、樹型與產期不同加以分類，一般依親緣可分為大葉種與小葉種兩種，依適製性又可分為不發酵茶、部份發酵茶、全發酵茶與後發酵茶等四種。目前臺灣栽植的常見茶樹品系有青心大方、青心烏龍、硬枝紅心、大葉烏龍、臺茶 1 號至臺茶 21 號等優良茶樹品種達 200 多餘種 (陳，1995)。依據行政院農業委員會農糧署統計資料臺灣茶園面積於 1959 年達到最高峰 48,442 公頃，目前 2015 年為 11,780 公頃，總產量為 14,405 公噸。

一、茶樹種植的條件

茶樹是亞熱帶常綠作物，適宜溫暖多濕，土壤呈酸性、肥沃及土層深厚的土地上生長。但其生長的好壞，產量的高低，品質的優劣，與各地區的氣候環境息息相關。氣溫為茶樹生育的重要因子，茶樹生長溫度以攝氏 20-25 度較為合適，一般小葉種茶樹的抗寒能力較佳，較適合高海拔地區栽種。雨量亦為茶樹栽培的重要條件，長期乾旱或年降雨量少於 1,500 公釐 (mm) 的地區，較不適合茶樹經濟栽培，年降雨量在 1,800-3,000 公釐且年中雨量分布較為均勻的地區，適合茶樹經濟栽培。茶樹栽培環境中相對濕度 75-80%左右，能提高茶葉品質，但有時因修剪及栽培管理不當，容易產生病蟲害。大葉種茶樹較不適合強風及容易霜害的地區。

適合茶樹的土壤最好是黏壤土、壤土或砂壤土，土壤表層有機質含量豐富，表土深厚，土壤 pH 值約在 4.5-5.5 之間，排水良好，保水力保肥力佳者。土壤 pH 值高於 6.0 及排水不良，土壤鈣含量過高，均不適合茶樹生長。

茶樹種植時期大約在每年的十一月到翌年的三月下旬，在氣候較冷涼及雨季的時候種植較為恰當，若氣溫升高或陽光過於強烈時，幼苗容易枯死，或受到病蟲害的影響。種植密度依大小葉種及種植目的調整，茶樹種植密度以行距 150-180 公分，株距 40-50 公分較為恰當，每公頃定植 12,000-14,000 株。大葉種種植行距及株距可較小葉種增加 10-20 公分。

(一) 茶樹常見品種

1. 青心烏龍:於民國七年選出，樹型橫張，葉形橢圓，幼芽略紫，葉色濃綠，質厚，生長勢較弱，易感染之枯病。製茶品質優異，適合製造包種茶，屬於晚生種。
2. 臺茶 12 號 (金萱)： 親本以臺農 8 號及硬枝紅心雜交，品系代號 2027，葉闊橢圓，

生長勢強，早生種，具牛奶香味，製茶品質優異，適合製造各式茶類。

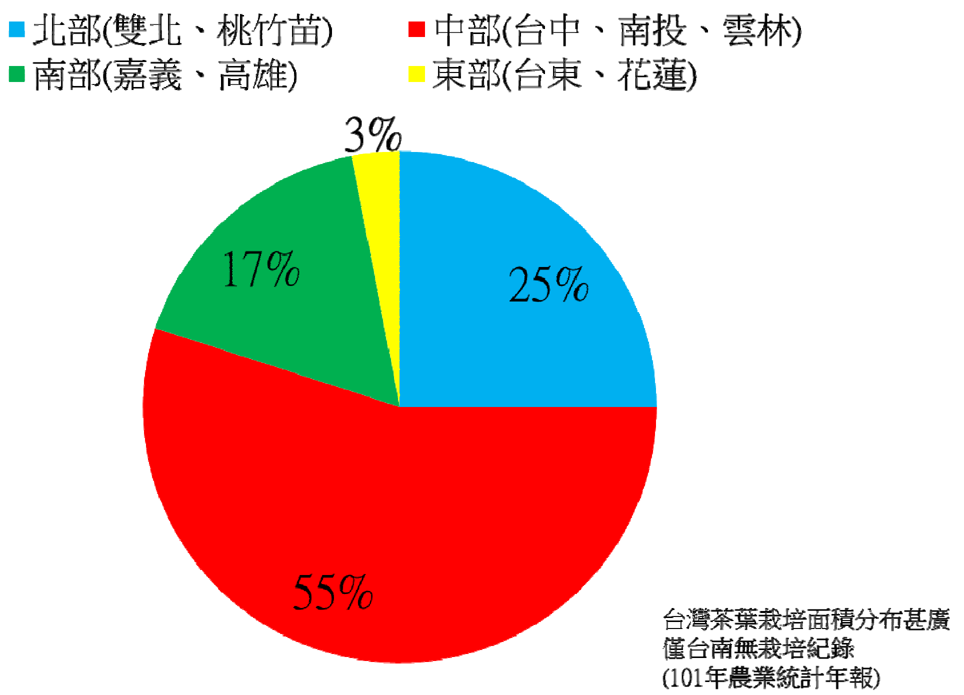
3. 青心大冇: 葉形長橢圓，幼芽略紫，葉色濃綠，葉質較硬，生長勢較強，較抗蟲病害。適製各式茶類，尤以被小綠葉蟬叮咬過後之茶菁製作之椪風茶風味最佳。
4. 四季春: 葉形成眼型，幼芽略紫，葉色較淺，葉質較硬，生長勢較強，抗蟲病害，種植於低海拔地區，一年最多可採七次。適製各式茶，為名間地區主要栽種品種。
5. 臺茶 7 號: 由大葉種 Shan 實生苗選出，高產量、高品質，抗病蟲害，適合機械採收，適製紅茶。中生種，少量栽培於南投魚池鄉。
6. 臺茶 8 號: 由印度引進之大葉種實生苗選出，葉成橢圓形，芽色淡綠，葉色較淺，喬木，生長勢強，抗蟲病害，適製紅茶。多於南投、花東等地區種植。
7. 臺茶 18 號: 台灣山茶與緬甸大葉種雜佳之後代，葉成橢圓形，無絨毛，芽色淺黃，葉色較淺，喬木，生長勢強，抗蟲病害，適製紅茶，具薄荷肉桂香味。多於南投、花東等地區種植。

(二) 品種間的產量差異

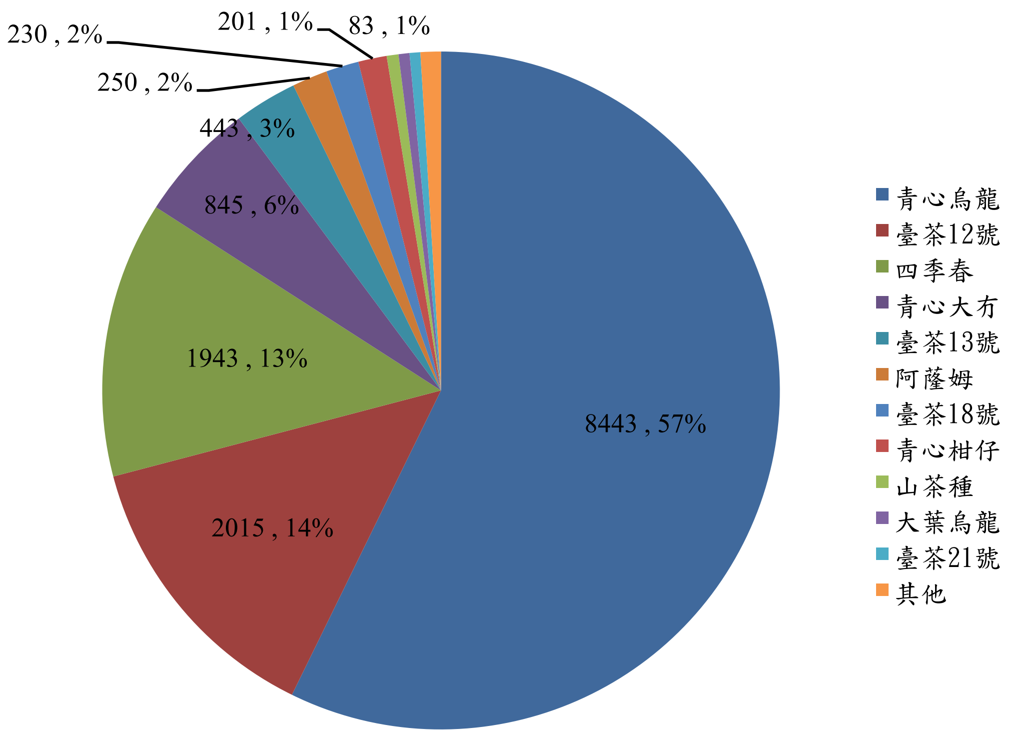
1. 大葉種 ： 約在 1,000-2,000 公斤/年/公頃左右。
2. 小葉種：(1) 低海拔手採茶園：約 400-900 公斤/年/公頃。
   (2) 低海拔機採茶園：約 1,200-5,000 公斤/年/公頃。
   (3) 高海拔手採茶園：約 1,000-2,400 公斤/年/公頃。

二、茶樹栽培面積

臺灣茶園面積民國 80-90 年大約維持 2- 2.4 萬公頃，之後栽培面積逐年下降，92-101 年栽培面積(民國 101 年農業統計年報)，由 19,310 公頃下降至 13,486 公頃，降幅 30.2 %；產量由 20,675 公噸下降至 14,902 公噸，降幅 27.9 %。民國 60 年以前臺灣茶園分佈以北部為主，台北縣 (10,109 公頃)、新竹縣 (10,545 公頃)、桃園縣 (6,917 公頃)、苗栗縣 (3,665 公頃) 此四縣占當時茶園栽培面積 91.4 %。隨著工商業發展，茶區逐漸向中南部擴展。依 101 年農業統計年報資料顯示，臺灣茶園面積分佈北部新竹 (含) 以北約佔 25 %、中部 (台中、南投、雲林) 約佔 55 %、南部 (嘉義、高雄) 約占 17 %及東部(台東、花蓮) 約佔 3 %。臺灣目前主要茶區以中南部為主，南投縣約佔栽培面積的一半 (49 %)，其次為嘉義縣 (16 %)，再其次為新北市 (12 %)，其他產茶縣市栽培面積比例僅介於 1- 4%之間。臺灣茶園早期大部分分佈在北部茶區，隨著工商業發展，茶園逐漸向中部地區擴展，民國 80 年之前茶葉以外銷佔較大部分，民國 80 年之後逐漸以內銷為主外銷為輔，民國 81 年進口茶葉量開始超越出口量。人均茶葉消費量民國 80 年 1.066 公斤，至民國 90 年增至 1.459 公斤。.



圖一、各縣市茶樹栽培面積比例



圖二、各主要品種茶樹栽培面積及比例

三、茶樹生理特性

茶樹為多年生的常綠作物，以採摘其嫩芽葉為主，茶樹根系分部可深達 1-2 公尺，為深根性作物。但茶樹根系不耐浸水、長期土壤水分過高及土壤通氣不良 (孔隙度過低) ，容易造成根系衰敗，故適合排水良好、肥沃且土層深厚之土壤，才能使根生生長良好，建立茶樹高產的基礎。茶樹與一般作物不同，適合生長於酸性土壤中，最適生長的土壤 pH 值為 4.0-5.5 之間。茶樹栽培分佈甚廣，臺灣僅台南無栽培記錄 (依民國 101 年農業統計年報)。每年抽稍約三至六次，主要受溫度及雨量影響，亦受品種、季節、剪枝、管理及海拔高度的影響。同一品種萌芽時間隨著海拔提高可能會有二至四週的差異，以台茶 12 號為例，春茶採後由修剪到採收平均約需 45-55 天，低海拔茶區時間可能僅需 38-48 天，高海拔地區需要 55-65 天。這在品種間亦有顯著的差異，青心烏龍茶較台茶 12 號產期晚一至二週。故應配合茶樹的生長狀況及製茶的目的擬定施肥管理及田間管理計畫。

四、合理化施肥原則

適合茶樹生長的土壤酸鹼 (pH) 值在 4.0-5.5 之間，在這酸鹼 (pH) 值之間土壤中所含有的微量要素有效性較高，在養分均衡的情況下，茶樹比較不會有微量要素的缺乏問題。氮、磷、鉀、鈣及鎂等較巨量要素的有效性在酸性土壤中較低，茶樹對這些要素需求量較大，而這些要素又無法由土壤中充分供給，加上茶農習慣使用單一種複合肥料，久施易造成土壤中某些養分過多、某些養分缺乏。植物生長受含量最少 (缺乏) 養分所限制，即使其他營養元素充足，茶樹的生長也會受最少 (缺乏) 要素所影響。當施肥補充土壤中缺乏的養分要素，茶樹產量會隨所補充的要素含量上升而漸漸上升，當土壤中該要素達到一定量時茶樹的產量便不再上升，此時再施用肥料也不會再增加產量，甚至可能會造成減產或土壤的劣化。

可以經由土壤檢測瞭解土壤狀態，配合茶樹的生長週期以及茶園土壤性質將養分調整到茶樹該階段所需狀態，加上有機質肥料施用、茶園兼作綠肥、化肥少量多施及中耕覆土等相關管理措施，使茶樹在生長週期中所需的養分有效率被吸收利用，不浪費肥料亦可保護土壤不被過度使用或污染，使土壤可永續利用。

茶樹營養診斷，主要方法有三：(1) 目測診斷、(2) 植體化學分析、(3)土壤農化診斷。一般最常用且最經濟的方法為目測診斷，近幾十年來農業科技進步，若能將以上三種方法併用，進行綜合分析和判斷，是茶園合理化施肥之基礎。

五、合理化施肥評估程序

基本資料建立:
農地基本資料、肥培管理記錄、栽種茶樹品種、樹齡等。

↓

田間診斷:
以目視方式觀察土壤及葉片是否有不正常之現象。

↓

樣品採集及分析:
採集土壤及葉片樣品分析，評估是否有養份過量或缺失的問題。

↓

茶園肥培管理計畫:
依分析結果訂定肥培管理計劃，將不均衡之養分依茶樹生長所需，補充或減量。

六、 茶樹養分管理必需的要素及及其生理功能

茶樹在個體發育過程中，除種子萌發的初期由子葉供給所需的養分外，在其生長過程中就需要許多營養要素以建構植體與進行各項生理活動。隨著樹齡的擴大所需的營養物質也迅速增加，例如一年生的幼苗平均每株的需氮量依施肥手冊推薦用量計算約為 1,500-2,000 毫克，二三年生時則增加至 8,000 毫克。至成木後因採摘時期、年齡、季節和管理技術的不同就會造成茶樹對營養要素的吸收和分配，影響茶樹各種化學物質。例如胺基酸、咖啡因及多元酚類等的含量，亦造就茶葉的各種風味，故瞭解各種要素於茶樹中之功用及其合適的含量為合理化施肥的第一步。

茶樹所需之營養要素

茶樹所需的大量要素，是形成植物本身結構或新陳代謝中所必須的構成分子，如碳、氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂及硫。而微量元素則多是做為酵素系統中的重要成分，如鐵、銅、鋅及錳等為某些酵素之輔成基，參與著各種的生化反應，所需量相當少但卻不可或缺的。這些成分在土壤中都有，除茶樹所需之大量要素於土壤中消耗較多需施肥補充外，其餘微量要素在酸性土壤的溶解度或有效性雖然較高不須特別補充，但強酸性強風化強淋洗狀況下，微量要素的含量低，亦有可能造成缺失。另外，鋁及氟對茶樹生長雖不必要但有特別之益處，稱之為有益元素。

1. 氮營養

茶園土壤氮的含量常受土壤肥力、氣候條件耕作及施肥技術影響。茶樹除硝酸

態氮及銨態氮均能良好吸收外亦可利用一些簡單的胺基酸做為氮源，硝酸態氮帶負電較易於土壤中流失，銨態氮帶正電，易吸附於土壤當中。研究指出，施用銨態氮之茶樹生育情況較佳，故在選擇肥料時可選擇銨態氮含量較高的肥料 (鋞磷基)，或施用豆粕類之有機質肥料。氮於全株中約佔乾物重的 15-25 g/kg，在葉子中約佔 30-60 g/kg，嫩葉中約佔 40-50 g/kg，故茶樹為高需氮作物，若依此比例計算，一塊高產的手採茶園若每年每公頃產出 3,000 公斤茶乾，就從土壤中移出 120 公斤的氮肥，又依肥料利用效率 30 % 計算，每年需補充 360 公斤之氮肥。以氮含量 20 % 之 1 號複肥換算則需 1,800 公斤 (45 包)，若為機剪茶園則需更高量的氮肥補充。

含氮化合物中最主要的為蛋白質，構成體質、酵素及各種化學物質，構成茶葉鮮味的胺基酸，光合作用所必需的葉綠素，促進茶樹體內各種重要生理作用的各種酵素等。含氮成分中胺基酸和咖啡因是茶品質最重要的成分，由根部合成之茶胺酸則為茶樹特有之胺基酸，其餘如甘胺酸、丙胺酸及絲胺酸等均有鮮爽甘甜之滋味，而咖啡因則為苦味之來源。氮不足時，由於蛋白質、葉綠素及催化各項生理反應之酵素受阻，葉綠素含量下降，葉色呈現淡綠近黃，芽茶較小，分枝弱，光合作用效率低，樹勢衰弱，老葉逐漸凋落。一般認為茶樹嫩葉含氮在 30 g/kg 以下可認為缺氮。而施用過量之氮易造成葉色濃綠，游離胺基酸過多，引來病蟲害，造成養分不均樹勢衰弱。

2. 磷的營養

茶園酸性土壤中較易出現磷含量缺乏之問題，酸性土壤中鐵及鋁活性較高，易與磷結合為不溶態之磷酸鐵鹽及鋁鹽沉澱，此現象於高度風化之紅壤中尤其嚴重。但近年因複合肥料的大量使用，固定之氮磷鉀比例，易造成磷鉀施用過多之現象，此現象於高山茶區更常出現，故應定期做土壤檢測，瞭解土壤中各項營養元素之合適含量。茶樹中的磷主要扮演能量傳遞 (ATP) 及構成遺傳物質等角色，與光合作用、呼吸作用、種子形成及生長發育有關，磷於植體中易移動，通常向代謝旺盛的新生組織集中。

磷對茶樹的品質重要，茶葉中香氣化學成分目前分析約三百多種，包括脂肪族、芳香族、類黃酮、類黃烷類及含氮類之揮發物質之合成均需磷的參與。磷亦促進碳水化合物的生合成，特別是多酚類及可溶分的含量，對茶湯之滋味及香味有良好的影響。茶樹缺磷，莖葉生長遲緩，葉短小暗黃，有的甚至會出現紫色，提早落葉，根系生長不良，根毛量少，呈現紅褐色。磷過多則易促進茶樹開花結果，進入生殖生長。

3. 鉀的營養

鉀與氮、磷不同，非直接構成茶樹有機物，而以離子型態存在於茶樹細胞中，由於鉀是一種酶的活化劑，可透過生物膜，因而在植物生長和代謝中承擔著重要的作用。亦於新生組織處較多，茶樹全株含鉀量約 6-10 g/kg，於嫩葉中約含 20-30 g/kg，含量僅次於氮，故茶園除施用氮亦需適量補充鉀。鉀能提高光合作用中許多酶的活性促進碳水化合物的合成，增進茶葉中醣類及多元酚類的含量，提供氮同化所需之骨架提高植物對氮的吸收和利用，提高紅茶滋味及其活性。鉀能促進植物用水效率，控制水於植體內之蒸散作用，增强作物的抗逆性（如乾旱、低溫、鹽鹼、病害）。缺鉀時，抗性變差，葉色變黃，葉緣枯焦，生長較慢，葉子成捲曲或皺縮狀。

4. 鈣與鎂的營養

鈣多以草酸鈣結晶型態存在於細胞中，可促進醣類轉化有利碳水化合物的代謝及蛋白質的轉運。能與鉀離子配合使細胞的充水度、黏性、彈性以及滲透性等均適合於植物正常生長，多半於根部及老葉含量較多。茶樹為嫌鈣作物，土壤中鈣含量過高，會影響土壤酸鹼值，進而影響茶樹生長，一般來說建議不要高於 800mg/kg。但若土壤酸鹼度過低，適量的鈣可減低氫、鐵及鋁離子對茶樹之傷害。而鎂是茶樹葉中葉綠素的組成分，參與光合作用及能量轉換之過程，促進呼吸作用及磷的吸收，有助提高茶葉品質。鈣與鎂在茶樹中之需求量較少，不易出現缺乏症狀，除非是其他養分施用過量，造成彼此間拮抗作用，導致吸收不良而產生病徵。鈣缺乏時，病徵於新葉產生，植株矮小，組織變軟，葉子變形或失綠，葉片邊緣出現壞死斑點，但老葉仍保持綠色。鎂缺乏時老葉會出現葉脈間黃化之現象，嚴重時整葉黃化，略施苦土石灰或噴施硫酸鎂溶液即可恢復。

5. 微量要素

微量要素為酵素的組成分或催化劑，對植物的生理代謝、發育及各種物質的合成與運輸等生理過程均需要其參與。一般於茶園酸性土壤中，微量元素的活性均相當高，不至缺乏，但強酸性強風化強淋洗狀況下，微量要素的含量低依然有缺乏之可能。例如土壤已嚴重過酸，降到 pH 4 以下，或是有機質含量過低，亦會造成微量要素之缺乏。茶樹所需的微量要素包括鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬、氯及鋁，較需注意的是強烈酸性的土壤鉬及鋅的活性很低，且微量要素之間會彼此拮抗，易造成吸收不均衡之狀況。缺乏現象產生多半是綜合性的徵侯，不易判斷，僅能依葉片分析做斷定，缺乏時可用葉片施肥或施用有機質肥料補充即可。

七、土壤與葉片採樣方法

土壤與葉片採樣正確與否，影響分析結果與推薦施肥管理之準確性，因此，採樣方法重要。以下簡要介紹正確的採樣方法：

(一)土壤採樣方法

1. 工具：鋤頭、移植鏝、塑膠袋、簽字筆。
2. 時間：每季茶菁採收後，施肥前採樣。
3. 位置：平地茶園在兩茶行間採取，坡地茶園則距茶樹主幹 40 公分處採取。不要在田埂邊緣及放置堆肥、廄肥與廢棄物等特殊位置處採樣。
4. 方法：依上述位置，除去表土上殘留之枯枝落葉與肥料，用鋤頭將土層掘成 U 形，深約 40 公分，其中 0 - 20 公分為表土，20 - 40 公分為底土，以移植鏝將表土與底土各取約 1.5 公分厚土片，每公頃茶園採樣至少應有 5 至 10 個平均分布取樣，總重約 500 公克，放入塑膠袋內用橡皮筋綁緊，裝入紙盒，連同該茶園施肥管理有關資料表，寄送至茶改場分析。

(二)葉片採樣

1. 時間：每季茶菁採收前。
2. 部位：茶芽達一心五葉時，取一心三葉。

3. 方法：一分地茶園為採樣區，隨機採集 30 個，注意園中生長分布平均度。
4. 裝袋與寄送：樣本裝入塑膠袋綁緊，放入紙盒中，連同資料表寄送至茶改場分析

(三)注意事項：

1. 所採葉片應無機械損傷或病蟲為害，若有黃化或其他徵狀者，應分別採樣，並在資料表上註明發生可能原因。
2. 不同茶樹品種不同地點應分別採樣。

八、 茶園常見土壤問題

(一)土壤酸化

土壤酸化會造成養分不均 (磷固定、鉀、鈣及鎂流失、鐵、鋁及錳含量高)，樹勢衰弱，生物多樣性減少等現象。民國 101 年檢測報告中，茶農的茶園土壤 pH 低於 4.0 的約佔 64 %，4.0-5.0 約佔 26 %，5.0-5.5 的約佔 9 %，高於 5.5 的約佔 1 %，可見茶園土壤酸化嚴重，主要多見於高山茶區，可能與大量施用化學肥料及豆粕類肥料作為氮源有關。在民國 100 年的試驗中，以不同粕類作為處理 (180 kg/ha/y)，試驗結束後土壤 pH 值平均降幅達 0.2，而化學肥料因調製的成分不同，易在土壤中造成生理或化學的產酸反應。

土壤酸化可藉由減低施肥用量及施肥方式，例如少量多施、草生栽培、施後覆土及合理施肥以提升肥料利用率。亦可施用苦土石灰、蚵殼粉、草木灰及粗纖維的堆肥等改良資材，提升土壤 pH 值，施用此些資材效果較為緩慢，每年施用苦土石灰 2 噸/公頃，連續三年，約可增加土壤 pH 值 0.6，但此施用量亦會造成茶葉減產 (張和陳，1999)。故仍應定期檢測土壤、調整施肥用量及施用改良資材。

表一、茶園土壤 pH 值分析結果

年度	101	102	103
土壤 pH 4.0 以下 (%)	58	61	65
土壤 pH 4.0-5.0 (%)	26	30	26
土壤 pH 5.0 以上 (%)	16	9	9

*結果以占所有件數的百分比表示

(二) 有機質

有機質能提供植物生長及土壤微生物所需之養分，分解時所釋出的有機酸能促進礦物溶解而釋出養分，同時促進土壤團粒化而改善土壤構造，分解到最後所產生的腐植酸其官能基能吸附陽離子，提高土壤陽離子交換容量，而本身蓬鬆多孔隙的特性能增加土壤保水能力，深色的特性能促進土壤吸收熱能並提高土溫。

一般在低海拔的地區，有機質分解的速度大於積累的速率，約維持在 30 g/kg 左右，而在高海拔地區，有機質積累的速度大於分解的速度，一般在 100 g/kg 以上，甚至有高達 250 g/kg 以上。若有機質不足，可於冬季施用粗纖維的有機質，例如蔗渣及樹皮堆肥並深耕入土或於茶園行間草生栽培、以植物殘體 (稻草、茅草等) 作為覆蓋。

(三) 磷

磷肥可增進茶葉品質，增進茶葉滋味，在酸性土壤中有效性甚低，極易與鐵鋁結合為不溶性之磷酸鐵鋁，茶價較低的茶區，因採較粗放的管理，其有效性磷含量均較低，一般在 15 - 50 mg/kg 左右，而在茶價較高的茶區，因細心照顧且資金足夠，均會施用較高量的肥料。

目前施用單質肥料 (僅提供單一種養分) 的茶農非常少，均施用氮磷鉀固定比例的複合肥料，而茶葉中氮含量約為 50 g/kg，磷含量 10 g/kg，鉀含量 20 g/kg，故每年從土壤中移除的比例約為 5 : 1 : 2，現今氮肥比例含量最高的複合肥料為 142 號複肥，其比例為 23 : 6 : 10，氮和鉀的比例接近植體中含量的比例，但磷肥的比例偏高，且所施用複合肥料種類繁多，磷鉀比例均偏高，在長久施用下，造成磷肥的高量累積。在高山茶區 Bray-1 磷含量多為 150-1,200 mg/kg，易造成養分吸收不均衡或促進茶樹開花結子。土壤中有效磷含量不足可以增施，但過量則不易將其由土壤中移除，除改變施肥種類外，尚無較理想的方法。

表二、茶園土壤有效磷含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效磷含量不足 (%)	12	21	16
土壤有效磷含量適中 (%)	48	43	43
土壤有效磷含量過量 (%)	40	36	41

*結果以占所有件數的百分比表示

(四) 鉀

鉀亦可增進茶葉品質及病蟲害抗性，提高茶葉香氣，在酸性土壤中容易被淋洗，在施肥量較少的茶區易出現土壤中有效性鉀含量較少的情況，硫酸鉀因未列入補助，故價格較高 (1,000 元/包) 且取得不易，通常可施用草木灰或 4 號複肥 (11-5.5-22)。施肥量高的茶區同樣有過量的情形，交換性鉀於 250 - 1,000 mg/kg 左右。鉀含量過高易造成其他要素的吸收困難，進而造成養分不均甚至缺乏的狀態。

表三、茶園土壤有效鉀含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效鉀含量不足 (%)	10	16	7
土壤有效鉀含量適中 (%)	73	80	81
土壤有效鉀含量過量 (%)	17	4	12

*結果以占所有件數的百分比表示

(五) 鈣及鎂

土壤中交換性鈣含量超過 800 mg/kg 就會使茶樹根系生長受阻，超過 1,600 mg/kg 會使生長衰弱。在盆栽試驗中，養液中鈣含量達 300 mg/L 時會使葉綠素含量及氣孔導度下降、光合作用、光轉化速率降低，節間距、葉面積及展葉數均減少 (王等，2010)。在低海拔茶園鈣含量均在正常範圍甚至有缺乏的現象產生，但在高山茶園交換性鈣含量偏高的現象亦常見，但茶園 pH 值仍偏低，其鈣可能是來自豆粕類肥料或加入石灰

調整 pH 值的不良堆肥。鈣進入土中後移動性小，要降低其含量亦須長久的時間。鎂在茶葉中含量約 2- 4 g/kg，是形成葉綠素的重要元素，需求量較少，但亦與其他元素發生拮抗作用，而產生缺乏的現象，缺乏時由老葉開始出現葉脈間黃化。

表四、茶園土壤有效鈣含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效鈣含量不足 (%)	23	31	29
土壤有效鈣含量適中 (%)	48	43	51
土壤有效鈣含量過量 (%)	29	26	20

*結果以佔所有件數的百分比表示

表五、茶園土壤有效鎂含量分析結果

年度	101	102	103
土壤有效鎂含量不足 (%)	48	55	51
土壤有效鎂含量適中 (%)	51	44	46
土壤有效鎂含量過量 (%)	1	1	3

*結果以佔所有件數的百分比表示

九、 茶樹養分管理

在茶樹在栽培過程中，由於採摘製茶，大量的移除葉片，茶樹在重新生長時會大量的吸收土壤中的養分，使土壤中養分逐漸減少，因此，若要提高茶葉產量及品質，施肥的管理極重要。

茶樹施肥管理需配合茶樹生育及生理特性，在適當的時間配合茶樹品種及其所缺乏之要素補充適當的量，也就是合理化施肥，才能達到少肥高效，生產量高質優的成茶。營養的吸收主要是靠新生的根，一般而言，茶樹的根系生長多於春茶萌芽前、春茶採摘後、夏茶採摘後及秋茶採摘後較為旺盛，與新梢的生長交錯進行，但每次生長的時間與周期與茶樹樹體儲存的營養狀態有關。

高峰期新根數量多，吸收面積大，若能在此時期補充所欠缺的營養要素，就能得到較高的肥料利用效率，明顯的促進芽葉的生長。多年生的茶樹，全年吸取的養分不僅供應當年生長消耗，亦有相當部分的養分儲存供應次年使用，因此，足量且均衡的養分是培養茶樹強健樹勢的首要關鍵。

茶樹需氮量較高為磷鉀的二至四倍，故在化肥的選擇上，盡量選擇高氮低磷鉀比例之肥料，於冬季時多補充有機質肥料，使土壤休息養生。

十、施肥推薦用量

近一二十年經各試驗改良場所的研究及推廣，農友施肥習慣已漸漸改善，已瞭解少量多施的好處，補充有機質的重要性，減少化學肥料的施用。但因肥料價廉，許多

農民仍存在肥料多施有助於產量的提升的概念，尤其在茶價愈高的地區，肥料的使用量愈多，普遍仍有超量施肥的現象，造成土壤的負擔及養分不均衡等的負面效應。正確施用三要素肥料，滿足茶樹正常生長所需營養，是獲得高產、優質茶葉之重要因素，合理施肥量應依據茶樹的實際生長狀況及產量酌量調整，若能配合植體或土壤分析，則能更準確計算合理施肥量。土壤分析工作最好能於春季施肥前完成，才能擬定年度的肥培管理計畫，適地適作，適質適量才能收事半功倍之效。因環境及管理方式的不同，有時茶樹看似正常，但土壤分析報告各項養分含量數值已與參考值有偏差，也不用太擔心，只需稍微調整肥培管理計畫即可，最重要的是農友的心態及觀念的調整。

新墾茶園若未開深溝埋基肥覆土後再植茶，而是整地後便直接種茶，種植初期不用急著施肥，等茶苗生長半年左右，再視幼苗生長狀況薄施少量肥料即可，施肥切忌將肥料太靠近植株，否則易引起肥傷，嚴重者可能會造成幼木死亡。

成木茶園依實際產量及樹勢調整施肥用量，茶樹為葉用作物，氮肥為影響產量的主要因子，茶芽葉氮含量約於 40 - 60 g/kg 之間，一年採收三至六次，產量受品種、溫度、管理方式及採摘標準影響很大，一體適用的施肥用量較不合宜，僅能以較常見之產量及合適之推薦用量提供參考。實際施用量仍需依品種、所在環境及管理方式調整。推估茶園施肥量，以茶芽葉平均氮含量 40 g/kg 計算，並考量氮肥利用率，推估合理施肥量。

以每年每公頃 1,000 公斤茶乾的茶園為例做說明：

採收 1000 公斤/公頃茶乾應補充多少氮肥?

- 茶芽葉含氮量約 40 g/kg
- 1,000 × 4/100 = 40 公斤 (應補充的氮肥要素量)
- 氮肥利用效率假設為 30 %，則應投入 40 ÷ (30/100) = 120 公斤的氮
- 假設施用 1 號複合肥料 (20-5-10) 應補充多少肥料量
- 120 ÷ (20/100) = 600 公斤 (1 號複合肥料)
- 換算成包數 600 ÷ 40=15 包

計算出基礎施用量後，再依土壤養分分析報告、茶樹生長勢、有機質肥料施用量、栽培管理模式等調整施肥用量，才能更確合實際需要。其餘磷及鉀亦可用此方式推估，茶芽葉磷的含量約為 5 g/kg，鉀的含量約為 1 0 g/kg。長期施用複合肥料，容易造成土壤磷鉀的累積，可利用單質肥料，例如硫酸銨、尿素、硫酸鉀、過磷酸鈣等，補充茶樹所欠缺之養分。

氮肥利用效率會隨著土壤 pH 值下降 (土壤變酸) 而變低，所以 pH 值越低，茶樹利用到的肥料就越少。惟不能因為如此就不斷地提高施肥量，過量的施肥會使土壤酸化，如此就會進入惡性循環，施肥越多，土壤越酸，肥料利用效率越差，茶樹生長不佳，又會施用更多肥料。所以應該要施用土壤改良資材，提升土壤 pH 值，改善肥料利用效率。

表六、合理化施肥示範點施肥相關資料統計

	平均氮肥施用量 kg/ha	最高氮肥施肥量 kg/ha	最低氮肥施肥量 kg/ha	標準偏差	平均產量 kg/ha	最高產量 kg/ha	最低產量 kg/ha	樣本數
新北市	552.6	736	400	133.8	678.3	800	600	6
桃園縣	217.7	324	120	102.3	1345.0	1800	1035	3
新竹縣	308.7	416	200	108.0	470.0	500	430	3
雲林縣	413.0	426	400	18.4	1000.0	1100	900	2
台中市	255.0	310	200	77.8	1000.0	1200	800	2
南投縣	501.2	1610	125	391.9	2184.2	5013	480	17
嘉義縣	1000.8	1345	428	363.0	3256.6	4818	2243	5
宜蘭縣	420.0	800	180	292.6	1250.0	1800	700	4
花蓮縣	238.0	330	96	124.8	980.0	1686	441	3
台東縣	284.4	432	60	170.1	574.2	798	145	5
總計	471.4	1610	60	341.2	1554.8	1951.5	777.4	50

上表為民國 98-102 年合理化施肥計畫所建立的示範農戶肥料慣行施用量，就氮肥施用量比較，平均值較本場往年氮肥推薦用量高 71.4 公斤，但平均產量卻未達 2,000 公斤。因採摘方式不同也會造成投入相同氮量所產出之茶乾產量不同，但以投入氮與產量比較，高海拔地區的手採茶區，投入一公斤的氮，約可產出三公斤的茶乾，而同為手採茶區，例如新竹縣，投入一公斤的氮，僅能產出 1.5 公斤的茶乾，故在估算施肥推薦用量時應考量環境因素，高海拔地區可增加其推薦用量。在部分茶區，例如新北市、新竹市，在總施肥量投入均高於產出，表示以施入過量的磷鉀，而茶葉得磷鉀肥需要相對較氮肥少，尤其是磷肥，在本場民國 103 年春季的試驗中，以每年每公頃 0、50 及 100 公斤之磷酐推薦用量處理，不論在土壤磷含量為過量或適中的茶園，茶乾中的磷含量均無顯著差異，表示目前磷酐的推薦用量應可再減少。

以上述施肥用量公式與表六數據比較，酸性土壤的氮肥利用效率應約為 1/5-1/6 左右，故在推薦施肥用量時，合適的土壤 pH 值也應詳述，且若施肥效率低時，應可先施用土壤改良資材提高土壤 pH 值，而不是增加施肥量。

十一、 結語

合理化施肥是為瞭解目前農地的土壤狀態，進而擬定施肥與耕作管理計畫，以達到精準施肥的目標。以茶園管理而言，施肥量應依據產量高低調整最適施肥量，產量受下列諸多因素影響：品種、環境、茶園管理方式、樹勢強弱、採摘標準等，故無法推薦一體適用的施肥量供參考，但可就自家茶園狀況及土壤肥力檢測報告擬訂一套合式的肥培管理計畫。肥料的施用應因地制宜，盲目使用複合肥料，可能造成養分不均或過多的狀況，過多養分的施用不但容易造成拮抗作用使茶樹吸收不良，亦易造成環境的污染。依土壤肥力狀態，補充缺乏的養分，減少過多養分的施用，使茶樹隨著生長週期獲得所需的養分，除能提高產量，亦減少過量的肥料施用，有效降低成本、節省資源，符合永續經營的基本精神。

附錄：

表一、茶園適宜施肥量表（單位：公斤/公頃/年）

		幼木（年）				成木（年）				
		1	2	3	4	5	6	7	8	表土有效養分範圍
氮（N）	多量	90	150	240	300	360	360	400	450	有機質含量小於20 g/kg
	中量	70	120	200	260	320	320	360	400	有機質含量20-40 g/kg
	少量	50	100	160	240	300	300	320	360	有機質含量大於40 g/kg
磷酐（P_2O_5）	多量	40	80	100	100	120	120	160	160	有效性磷小於5 mg/kg
	中量	30	60	80	80	100	100	120	120	有效性磷5-10 mg/kg
	少量	20	40	60	60	80	80	100	100	有效性磷大於10 mg/kg
氯化鉀（K_2O）	多量	40	80	100	120	160	160	160	160	交換性鉀小於100 mg/kg
	中量	40	70	80	100	120	120	120	140	交換性鉀100-200 mg/kg
	少量	30	60	70	80	100	100	100	120	交換性鉀大於200 mg/kg

註: (1) 八年生以上成木茶菁產量每年每公頃達一萬公斤以上者，每年可施用 1 號複肥(20-5-10) 2,000-2,300 公斤，或 42 號複肥(22-5-6) 1,750-2,000 公斤。台刈茶樹施肥量第四年幼木用量施用。

(2) 配合施用有機質肥料的時，以有機質肥料施用量所含之氮，換算減少化學肥料氮使用量。

表二、茶園土壤表土肥力診斷基準

	極缺乏	缺乏	適中	豐富	過多
有機質(g/kg)	10 以下	10-2.0	21-30	30 以上	
磷 P (mg/kg)	10 以下	11-20	21-100	101-300	300 以上
鉀 K (mg/kg)	100 以下	100-200	201-500	501-800	800 以上
鈣 Ca (mg/kg)	100 以下	100-200	201-400	401-800	800 以上
鎂 Mg (mg/kg)	20 以下	20-50	51-100	101-200	200 以上
pH 值	強酸 4.0 以下	適中 4.0-5.5	尚可 5.6-6.5	過高 6.5 以上	

表三、茶園土壤底土肥力診斷基準

	極缺乏	缺乏	適中	豐富	過多
有機質(g/kg)	8 以下	8-16	17-30	30 以上	
磷 P (mg/kg)	5 以下	5-15	16-100	101-200	300 以上
鉀 K (mg/kg)	50 以下	50-100	101-300	301-500	800 以上
鈣 Ca (mg/kg)	50 以下	50-100	101-250	251-500	800 以上
鎂 Mg (mg/kg)	10 以下	10-25	26-80	81-150	200 以上
pH 值	強酸 4.0 以下	適中 4.0-5.5	尚可 5.6-6.5	過高 6.5 以上	

表四、茶樹葉片元素含量適宜範圍

元　素	含量適宜範圍（乾重 g/kg）	元　素	含量適宜範圍（mg/kg）
氮 N	40-60	鐵 Fe	90-150
磷 P	2.5-4	錳 Mn	300-800
鉀 K	15-21	銅 Cu	8-15
鈣 Ca	2.5-5.5	鋅 Zn	20-40
鎂 Mg	1.5-3.0	鋁 Al	400-900